



CONVEGNO

Barriere di sicurezza stradali

Normativa, soluzioni innovative e prospettive future

Mercoledì 4 Giugno 2025

MODULO 1 (3 CFP)
POMERIGGIO – h.14.30 – h.18.30

**Le prospettive di evoluzione
della normativa in ambito
dispositivi di ritenuta.
Legislazione nazionale ed
europea.**

Giovedì 5 Giugno 2025

MODULO 2 (3 CFP)
MATTINA – h.9.00 – h.13.00

**Manutenzione, sorveglianza e
piani di intervento. Protezioni del
cantiere stradale.**

Giovedì 5 Giugno 2025

MODULO 3 (3 CFP)
POMERIGGIO – h.14.30 – h.18.30

**Nuove esigenze specifiche
di sicurezza: soluzioni
proposte e verifiche in
cantiere.**



Ancoraggio a manufatto di barriere per opera d'arte

Normativa, PE e PED, verifiche

Ing. Belperio Giorgio

Responsabile Ufficio Tecnico IMEVA SpA

UNICMI

Roma, 5 Giugno 2025



Ancoraggio a manufatto di barriere per opera d'arte

- 1 - Tema chiave per la sicurezza stradale: la **verifica dell'ancoraggio delle barriere di sicurezza stradale su opere d'arte**.
- 2 - Analizzeremo i riferimenti normativi, in particolare alcuni paragrafi delle **NTC 2018**, che trattano le azioni da considerare in fase progettuale.
- 3 - Affronteremo parte del percorso che va dalla progettazione esecutiva (PE) per arrivare alla progettazione esecutiva di dettaglio (PED), dove si definiscono i carichi specifici e si effettuano le verifiche più puntuali.
- 4 - Illustreremo infine i **metodi numerici, analitici e sperimentali** utilizzati per la validazione dell'ancoraggio, sottolineando le principali **criticità progettuali**.



Dal PE la PED: percorso di verifica

PE (progetto esecutivo)

- Disponibili dati generali
 - tipo di strada (A, B, C ...)
 - TGM (traffico giornaliero medio - rilevato o presunto)
 - livello di contenimento richiesto (N2, H1, H2, H3, ...)
- Mancano informazioni quali
 - nome del produttore
 - modello di barriera specifico

COSA FARE?

NTC 2018 paragrafo 3.6.3.3.2 - In assenza di specifiche prescrizioni, nel progetto strutturale dei ponti si può tener conto delle forze causate da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione pari a 100 kN. Essa deve essere considerata agente trasversalmente ed orizzontalmente 100 mm sotto la sommità dell'elemento o 1,0 m sopra il livello del piano di marcia, a seconda di quale valore sia più piccolo. Le azioni da considerare nelle verifiche locali dell'impalcato dovranno essere definite in accordo al § 5.1.3.10.



Dal PE la PED: percorso di verifica

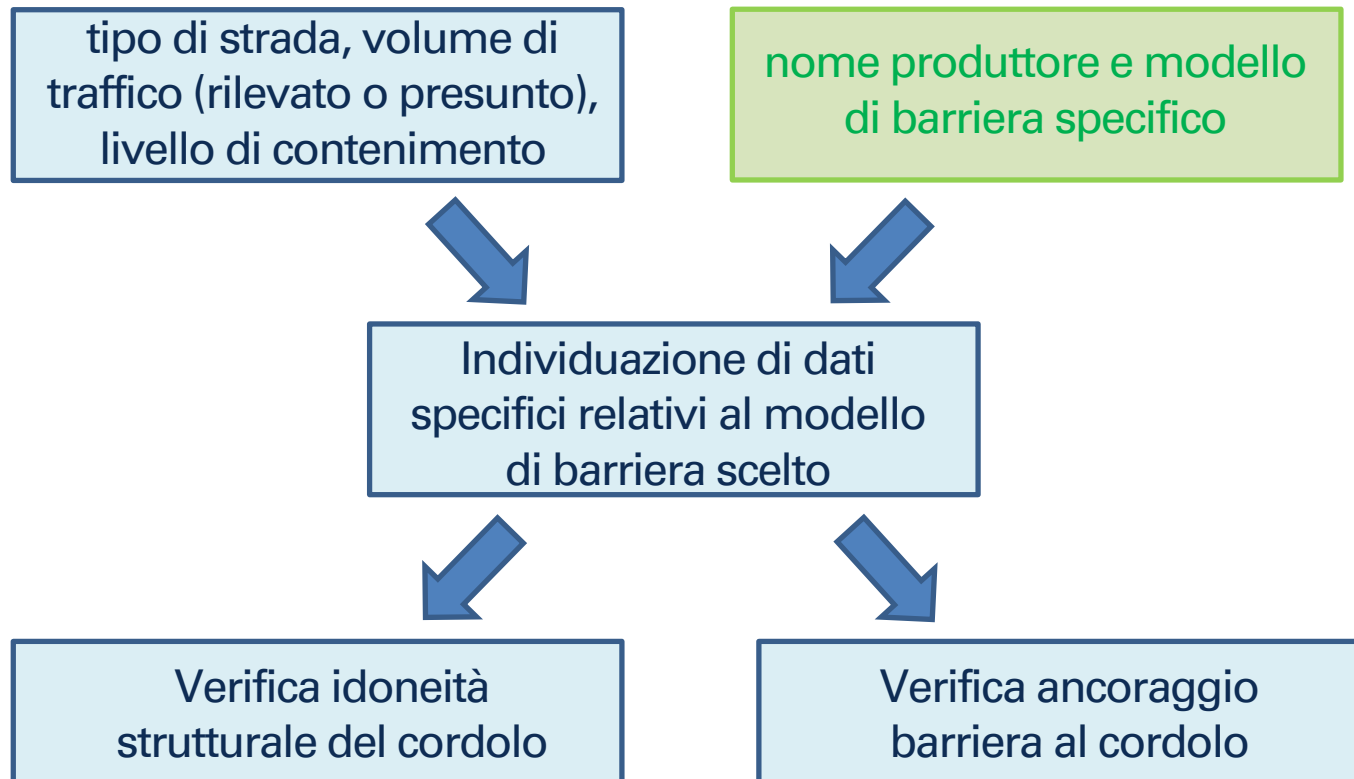
PE (progetto esecutivo)

COSA FARE? ➡ NTC 2018 paragrafo 5.1.3.10

- 1 - Nel progetto dell'impalcato si deve considerare una combinazione di carico in cui al sistema di forze orizzontali, equivalenti all'effetto dell'azione d'urto sulla barriera di sicurezza stradale, si associa un carico verticale isolato sulla sede stradale costituito dallo Schema di Carico 2, posizionato in adiacenza alla barriera stessa e disposto nella posizione più gravosa.
- 2 - Tale sistema di forze orizzontali potrà essere valutato dal progettista, alternativamente, sulla base:
 - di risultanze sperimentali ottenute da prove d'urto al vero, su barriere della stessa tipologia e della classe di contenimento previste in progetto, mediante strumentazione idonea;
 - del riconoscimento di equivalenza tra il sistema di forze e le azioni trasmesse alla struttura, a causa di urti su barriere della stessa tipologia e della classe di contenimento previste in progetto, con equivalenza stabilita in base a valutazioni teoriche e/o modellazioni numerico-sperimentali.
- 3 - In assenza delle suddette valutazioni, il sistema di forze orizzontali può essere determinato con riferimento alla resistenza caratteristica degli elementi strutturali principali coinvolti nel meccanismo d'insieme della barriera e deve essere applicato ad una quota h , misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h_1 e h_2 , dove h_1 = (altezza della barriera - 0,10m) e h_2 = 1,00 m.
- 4 - Per il dimensionamento dell'impalcato, le forze orizzontali così determinate devono essere amplificate di un fattore pari a 1,50. Il coefficiente parziale di sicurezza per la combinazione di carico agli SLU per l'urto di veicolo in svio deve essere assunto unitario.



Dal PE la PED: percorso di verifica PED (progetto esecutivo di dettaglio)



La stesura del **PED** è il momento più critico per la verifica di dettaglio. È essenziale una **collaborazione attiva tra progettisti e produttori** per ottenere dati realistici e congruenti.



Redazione PED (progetto esecutivo di dettaglio)

Individuazione dei carichi trasmessi dalla barriera al cordolo da parte del produttore

Rif. par. 5.1.3.10 delle NTC 2018 il legislatore indica come, nel determinare i carichi che la barriera trasferisce alla struttura sui cui è installata a seguito dell'urto del veicolo in svio, il progettista si avvalga delle *risultanze sperimentali ottenute nel corso di prove d'urto al vero* oppure attraverso *valutazioni teoriche e/o modellazioni numeriche o sperimentali (vedi UX 128 UNICMI)*



1: Valutazioni numeriche e analitiche

2: Valutazioni sperimentali



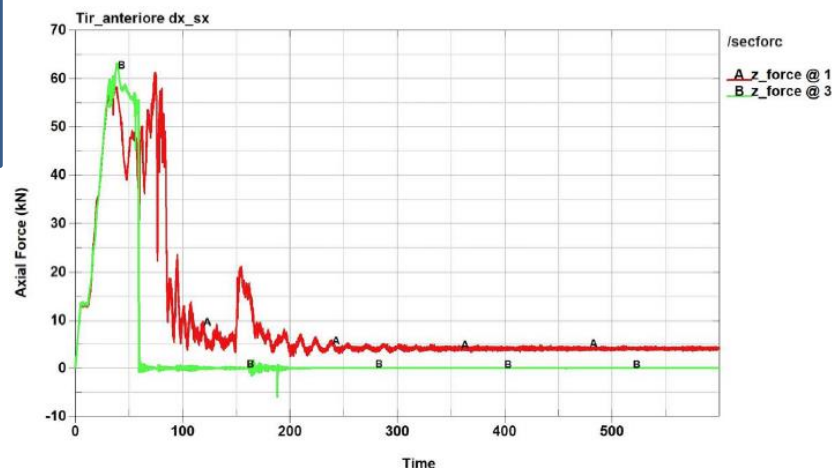
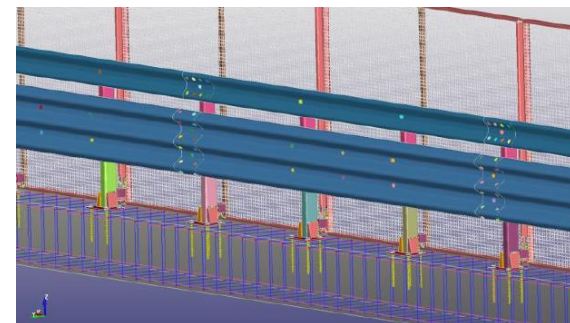
Redazione PED (progetto esecutivo di dettaglio)

1: Valutazioni numeriche

1A - FEM su tratta oggetto di impatto
calcolo delle azioni sui gruppi di ancoraggio
mediante l'impiego di simulazioni
numeriche (metodi FEM) riferite all'analisi
del comportamento del sistema piastra di
base – paletto per i paletti facenti parte della
zona impegnata dal contatto con il mezzo in
fase d'impatto

Diagrammi delle azioni indotte
al gruppo di ancoraggio in fase
di urto (forze longitudinali, forze
di taglio, forze verticali)

plot relativi agli stati di tensione e deformazione nelle varie condizioni e tempi di
sviluppo dell'impatto, nonché il rilievo delle azioni indotte agli ancoraggi di
estremità del tratto di dispositivo considerato, per eventuali valutazioni di
applicabilità di terminali di tipo diverso



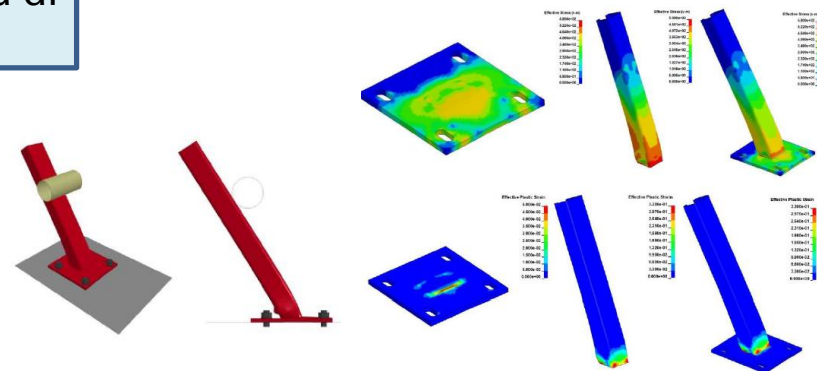
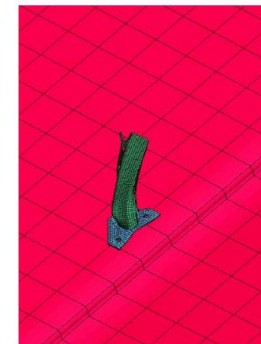


Redazione PED (progetto esecutivo di dettaglio)

1: Valutazioni numeriche

1B – FEM riferite al palo singolo
calcolo delle azioni sui gruppi di ancoraggio
mediante l'impiego di simulazioni
numeriche (metodi FEM) riferite all'analisi
del comportamento del sistema piastra di
base – paletto singolo sottoposto a prova di
push – pull dinamica simulata.

- Curva forza-spostamento
- Carichi nei tirafondi (trazione e taglio)
- Stato di sforzo nel montante
- Valore massimo spinta
- Energia assorbita dal sistema



Questo approccio è particolarmente adatto per dispositivi dotati di paletti molto deformabili, che abbiamo presentato un comportamento durante l'esecuzione della prova di ITT caratterizzato da piastra di base non deformata, tirafondi non deformati e cordoli di alloggiamento non danneggiati.



Redazione PED (progetto esecutivo di dettaglio)

1: Valutazioni numeriche

1C – Approccio analitico secondo Eurocodice 2 parte 4 - 1 di 2

Approccio analitico riferito alla resistenza ultima per deformazione plastica della sezione “critica” del palo. Questo metodo è generalmente utilizzato per eseguire una stima delle azioni indotte al gruppo di ancoraggio ed è basato sulle indicazioni riportate nell'Eurocodice EN 1992-4:2018 «Progettazione delle strutture di calcestruzzo» - Parte 4: Progettazione degli attacchi per utilizzo nel calcestruzzo.

Non consente una ottimale valutazione delle azioni di tipo dinamico – impulsivo realmente indotte al gruppo di ancoraggio e al supporto.

La resistenza ultima della sezione del palo è infatti richiamata da azioni dinamiche dovute all'impatto mentre le sollecitazioni sui tirafondi vengono determinate con riferimento all'intervento di azioni di tipo statico.

Questo metodo è in genere applicabile alle tipologie di barriere che non prevedono il distacco del paletto dal gruppo di ancoraggio.

1.4

Carico degli ancoranti

- (1) Il carico sugli attacchi trattati nel presente documento può essere statico, quasi-statico, a fatica e sismico. L'idoneità dell'ancorante a resistere alla fatica e ai carichi sismici è espressamente dichiarata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea. I profili di ancoraggio sottoposti a carico di fatica o carico sismico non sono trattati dalla presente EN.



Redazione PED (progetto esecutivo di dettaglio)

1: Valutazioni analitiche

1C - Approccio analitico secondo Eurocodice 2 parte 4 - 2 di 2

Questo metodo può essere utilizzato ad esempio per garantire che in *campo statico* i due sistemi (di crash test e in opera) risultino strutturalmente equivalenti. Ciò consente di considerare ammissibile l'ipotesi secondo cui gli effetti dinamici che potranno poi sollecitare in caso d'urto l'ancoraggio in opera (equivalente in campo statico a quello di crash test), possano essere ritenuti equivalenti a quelli che hanno impegnato l'ancoraggio di ITT.

In fase di installazione in sito, nel caso di impiego di questo metodo, dovrà quindi essere dimostrata l'equivalenza statica del gruppo di ancoraggio rispetto a quella competente al medesimo nelle condizioni di ITT.

In caso di non conformità rispetto alle condizioni di ITT potrà essere conseguita la condizione di equivalenza operando il solo allungamento dei tirafondi senza alcuna variazione del design della piastra di base o di altra parte del dispositivo.

È richiesto che le caratteristiche meccaniche e geometriche del supporto risultino compatibili.

Il metodo prevede verifiche a trazione e taglio sia lato acciaio (tirafondi) che lato calcestruzzo (supporto) nonché combinate trazione + taglio.



Redazione PED (progetto esecutivo di dettaglio)

1: Valutazioni analitiche

1D - Approccio analitico

Un diverso approccio analitico è fornito nel documento redatto dal Comitato Tecnico CEN/TC 226 "Attrezzature stradali" denominato «Sistemi di ritenuta stradale — Determinazione delle forze di collisione sui ponti a seguito dell'impatto» rilasciato nell'Aprile del 2025.

Il metodo considera che le forze massime trasmesse dalle barriere di sicurezza ai manufatti siano quelle corrispondenti alla rottura della componente più debole.

Il criterio adottato prevede la determinazione della curva M/V "massimo momento resistente /massima forza trasversale di taglio" corrispondente all'elemento più debole della configurazione, che può essere il montante, la piastra di base o ancora l'ancoraggio in calcestruzzo.

Viene operata una distinzione tra il caso con palo a sezione costante a tutta altezza, palo a sezione variabile lungo l'altezza, palo dotato di nervature in corrispondenza del collegamento con la piastra di base, descrivendo la procedura da adottare per la costruzione della curva M/V per ciascun caso.

Viene operato il confronto tra le curve M/V dei montanti e del gruppo di ancoraggio al fine di definire la combinazione più "debole" delle azioni.

Si ha l'applicazione di opportuni coefficienti propri del materiale legati anche alla sovra-resistenza per effetto dinamico.



Redazione PED (progetto esecutivo di dettaglio)

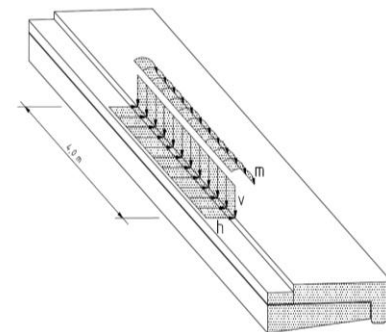
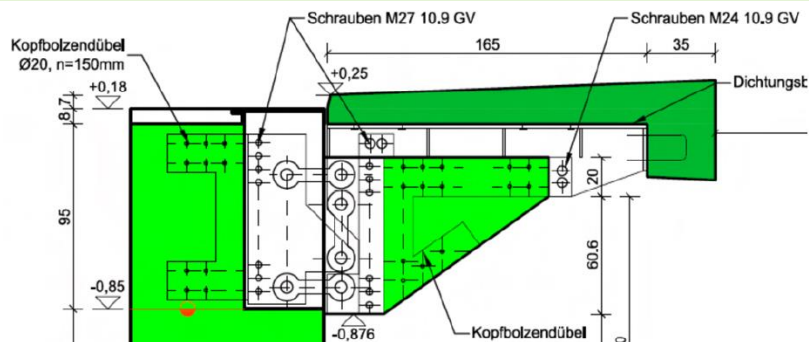
2: Valutazioni sperimentali

2A

- rilievo diretto/indiretto durante l'esecuzione delle prove di crash test su singolo palo o su gruppo di pali interessati dall'urto
 - esecuzione di prove di carico statiche e/o dinamiche del tipo push-pull sul sistema piastra di base – paletto (singolo o gruppo) in sede di crash test
- molto utile ai fini comparativi per analoghe prove eseguite in sede di installazione in sito con medesime modalità)

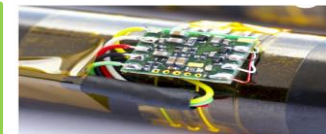
CORDOLO STRUMENTATO

Si esegue il rilievo degli sforzi trasmessi ad un gruppo di paletti ricorrendo all'utilizzo di una porzione di cordolo di prova dotato di strumentazione idonea



DISPOSITIVI RILIEVO FORZE

gli Strain Gauge possono essere utilizzati per rilevare le forze agenti su componenti – si rifanno alle deformazioni subite durante l'evento





Redazione PED (progetto esecutivo di dettaglio)

2: Valutazioni sperimentali

2B

rilievo in sede di ITT delle azioni di trazione su singolo ancorante del gruppo mediante prove di pull – out di tipo non confinato e confinato con indicazione delle caratteristiche geometriche di posizione rispetto al bordo del cordolo, delle caratteristiche di design e meccaniche del cordolo e dell'armatura. Il dato rilevato è utile a fini comparativi per analoghe prove eseguite in sede di installazione in sito con medesime modalità



TIPO
CONFINATO

la modalità di applicazione della macchina di prova attiva la capacità di resistenza della barra di ancoraggio e/o dell'ancorante (aderenza della resina per ancoranti chimici);



TIPO NON
CONFINATO

la modalità di applicazione della macchina di prova attiva la capacità di resistenza della barra di ancoraggio, dell'ancorante e del calcestruzzo del cordolo fino alla formazione del cono di rottura.



Redazione PED (progetto esecutivo di dettaglio)

2: Valutazioni sperimentali

2C

In assenza di dati rilevati in sede di ITT per la valutazione sperimentale a posteriori del comportamento del singolo paletto e di valutazione delle azioni sui tirafondi si può eseguire uno "Sled Test".

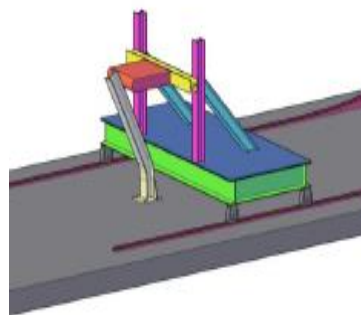
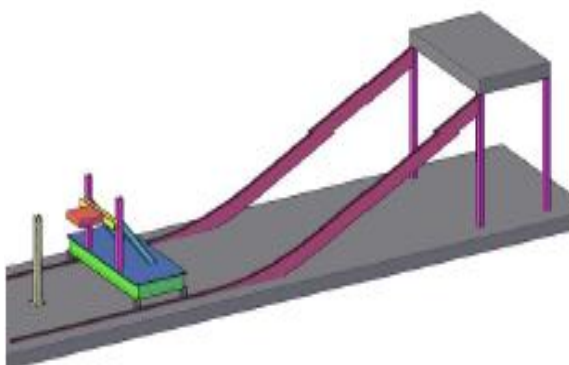
Test di tipo dinamico, eseguito utilizzando una massa disposta su una "slitta-carrello" scorrevole su piano inclinato per generare l'energia cinetica d'impatto necessaria, corrispondente a quella competente al paletto in sede d'urto durante il crash test (valutabile per mezzo di simulazioni numeriche con modelli calibrati).

Si crea un impatto orizzontale rispetto al paletto con l'impiego di una massa con opportuna velocità.

Rispetto alle condizioni di ITT deve essere assicurata la corrispondenza:

- della geometria del vincolo del paletto in prova al supporto;
- della posizione del gruppo tirafondi di ancoraggio rispetto ai bordi del supporto;
- delle caratteristiche meccaniche di cordolo ed armatura;
- delle prestazioni meccaniche dei pali corrispondenti a quelle delle prove sperimentali di ITT.

L'energia d'impatto deve generare un comportamento sistema palo-piastra coerente con quanto rilevato in ITT.





Redazione PED (progetto esecutivo di dettaglio)

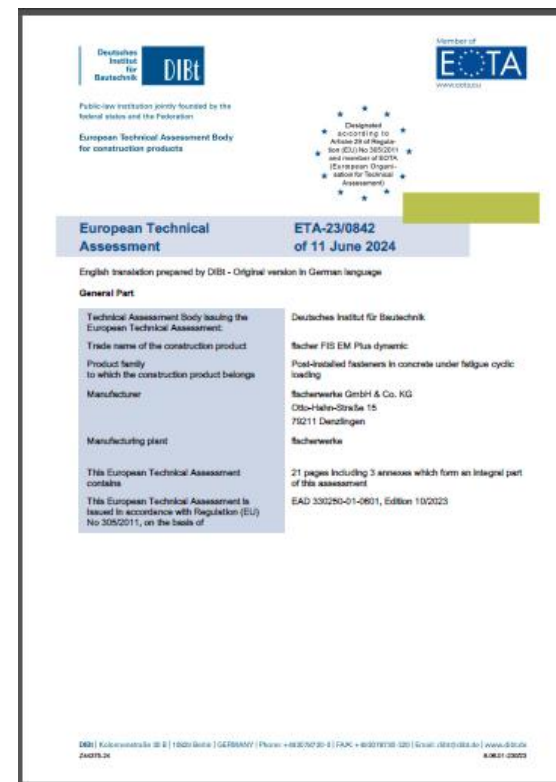
Resine di ancoraggio

Le resine utilizzate per l'installazione dei tirafondi, sono materiali bicomponenti che, una volta miscelati, induriscono formando un legame resistente tra il tirafondo e il supporto (calcestruzzo, muratura, metallo, ecc.). Le principali tipologie di resine sono:

1. **Resine Poliestere:** buon rapporto qualità-prezzo, rapida polimerizzazione; meno resistenti all'umidità e agli agenti chimici rispetto ad altre resine;
2. **Resine Vinilestere:** offrono maggiore resistenza meccanica e chimica rispetto alle poliestere; adatte per ancoraggi strutturali in ambienti umidi o aggressivi;
3. **Resine Epossidiche:** sono le più performanti in termini di resistenza meccanica e adesione; hanno tempi di indurimento più lunghi, garantiscono un'adesione eccellente su vari materiali, inclusi fori eseguiti con carotatrici diamantate;
4. **Resine Ibride:** combinano le caratteristiche delle resine vinilestere ed epossidiche, offrendo un buon compromesso tra rapidità di indurimento e resistenza meccanica.

Certificazioni:

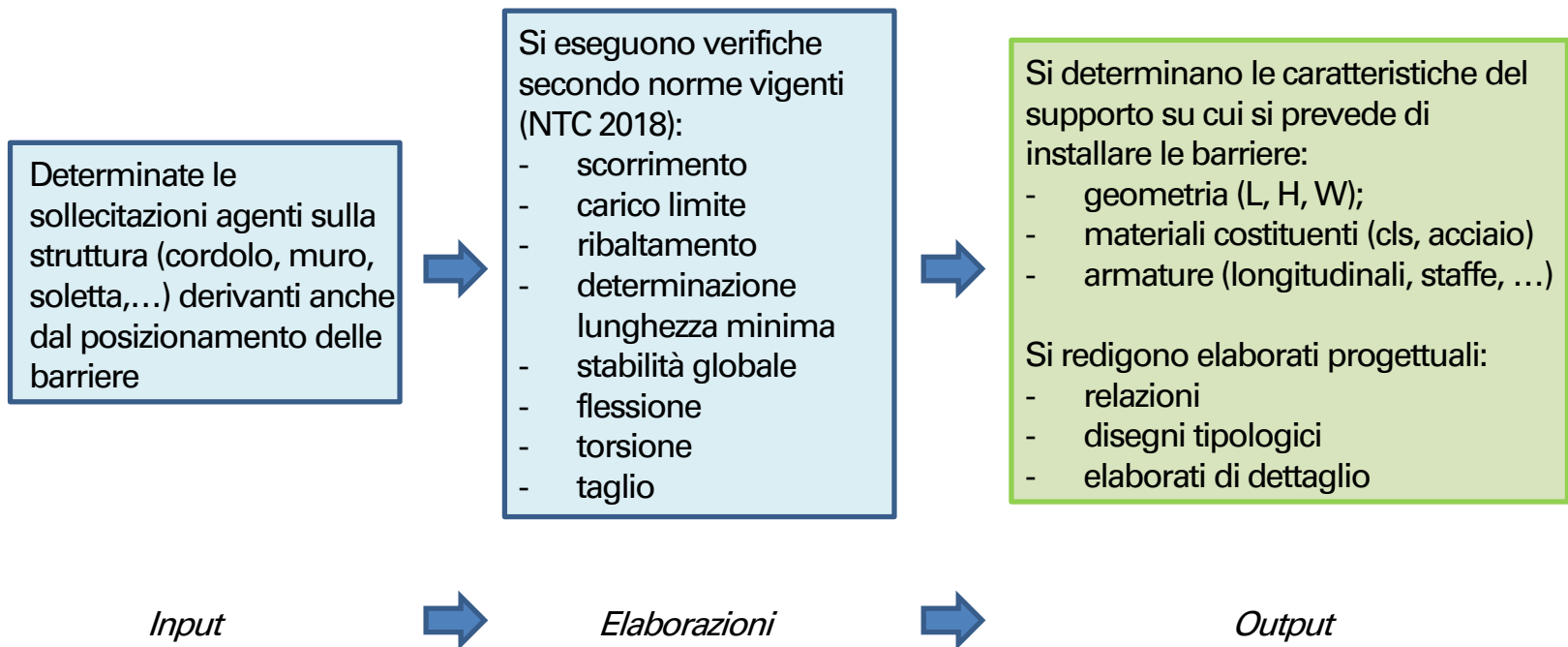
Le resine principali oggi utilizzate per la installazione dei tirafondi sono dotate di certificazioni ETA in cui sono indicate le prestazioni attese, le condizioni di posa, i valori di parametri e coefficienti da utilizzare nelle verifiche numeriche.





Redazione PE

Dimensionamento e verifica del supporto



Redazione PED

Verifica ancoraggio al supporto della barriera

- PE (progetto esecutivo)
con: Lc (H2, H3, H4),
caratteristiche supporto
- modello barriera di un
produttore specifico

Input



Progettista dell'installazione (rif. art. 2, D.M. 223 del 18-02-1992)
è colui che:

- dovrà prevedere la protezione dei punti indicati
all'art. 3 delle presenti istruzioni;
- sceglierà le barriere da adottare fra i diversi tipi
omologati tenendo conto della loro congruenza con
il tipo di strada ed il traffico prevedibile su di essa...;
- dovrà inoltre curare con specifici disegni esecutivi
l'adattamento dei singoli dispositivi alla sede
stradale in termini di supporti, drenaggio delle
acque, collegamenti tra i diversi tipi di protezione,
zone di approccio alle barriere, ecc.

(livelli di contenimento, rilevati, supporti in cls, transizioni, ecc.)

Redige PED:

- relazione motivata delle scelte
- relazione sulle indagini svolte
- verifica ancoraggio barriera al
supporto
- fascicolo barriere
- fascicolo transizioni
- planimetrie di progetto
- soluzioni per punti singolari

Output



Elaborazioni



Controlli in sito post-realizzazione

La verifica si basa sulla comparazione della prestazione singolo tirafondo o del gruppo di ancoraggio in opera rispetto ai dati forniti dal produttore.

Può essere condotta con l'esecuzione di:

- prove di carico su singola barra di ancoraggio o su intero gruppo di ancoraggio mediante prove di pull-out di tipo non confinato e confinato;
- prove di carico di tipo push quasi statico e/o dinamico sul sistema paletto/piastra per singolo paletto.

Le prove di pull out su singolo tirafondo di ancoraggio o su intero gruppo di ancoraggio presuppongono la disponibilità dei dati di riferimento forniti dal produttore secondo le metodologie prima descritte.

Le attività di verifica in sito, ai fini della comparazione della prestazione del gruppo di ancoraggio, rispetto ai dati forniti dal produttore devono essere eseguite in conformità alle modalità adottate con la medesima prova di riferimento condotta in sede di ITT e/o altre metodologie richiamate nel manuale del produttore.



Controlli in sito post-realizzazione

Verifica con prova di pull-out su barre di ancoraggio

Le prove di pull out da eseguire in cantiere sugli ancoraggi della barriera di sicurezza al supporto di installazione è opportuno siano condotte con riferimento ad entrambe le modalità sopra richiamate:

- **confinato**: prova superata se la barre non si sfilata per perdita adesione resina e non si rompe a trazione a carico indicato dal produttore raggiunto;
- **non confinato**: prova superata se la barra non si sfilata per perdita adesione resina, non si rompe a trazione, non si forma il cono di rottura del calcestruzzo a carico indicato dal produttore raggiunto.

La verifica viene effettuata sul sistema di ancoraggio della barriera come indicato dal produttore del dispositivo.

Per l'ancoraggio in sito sono pertanto da verificare:

- la geometria del gruppo di ancoraggio
- le dimensioni della barra di ancoraggio;
- la qualità dell'acciaio della barra di ancoraggio;
- la profondità di inghisaggio della barra di ancoraggio;
- il tipo di ancorante chimico utilizzato

Le barre di ancoraggio appartenenti al gruppo completo di sacrificio è opportuno siano installati a passo sfalsato rispetto alla posizione dei paletti, ma comunque con il medesimo allineamento delle barre in esercizio rispetto ai bordi del cordolo.



Controlli in sito post-realizzazione

Verifica con prova di push su palo della barriera

La verifica degli ancoraggi di barriere può essere condotta con la prova di tipo push-pull adottata anche per le barriere installate su rilevato.

Valutazione del risultato: il test è superato se, raggiunto il livello di plasticizzazione del paletto coerente con quello di ITT, non è stato riscontrato alcun danneggiamento al gruppo di ancoraggio e/o del cordolo.

La prova di tipo push può essere effettuata in regime quasi statico o dinamico con l'ausilio di un pendolo di prova o altra idonea apparecchiatura.





DOCUMENTI TECNICI UNICMI SULLE BARRIERE STRADALI

SCARICABILI
GRATUITAMENTE

DAL SITO **unicmi.it**



CLICCANDO SUL BOTTONE
BARRIERE STRADALI



E POI SU
DOCUMENTI



Home Associazione Strumenti Approfondimenti Call center tecnico Imprese e prodotti Notizie In evidenza Adire a UNICMI Area Riservata cerca nel sito...

UNICMI

Unione Nazionale delle Industrie delle
Costruzioni Metalliche dell'Involucro e dei serramenti

Martedì 27 Maggio 2025

FAECF

MADE EXPO 19-22 Nov 2025 fieramilano Rho

PONTEGGI

BARRIERE STRADALI

windowmarket.it

CATTEDRA UNICMI
E POLITECNICO DI MILANO
Progettazione dell'involucro edilizio

NUOVO DOCUMENTO
UNICMI

UX131
Metodologia per la gestione delle
barriere paramassi a rete esistenti
attraverso l'individuazione di classi
di attenzione in funzione del rischio

NOVITA' EDITORIALE
LEGGI LA NOTIZIA

Notizie

UNI 11018 - Parte 2
23 Settembre 2024
Facciate ventilate - Istruzioni per la
progettazione, l'esecuzione e la
manutenzione di rivestimenti
lapidei e ceramici

Leggi tutto...

Archivio

In evidenza

Rapporto UNICMI 2025
7 Aprile 2025
Pubblicato il Rapporto sul mercato
dell'involucro edilizio 2024 con le
previsioni per il 2025 e il 2026

Leggi tutto...

Archivio

Registrazione

I campi con il simbolo (*) sono obbligatori.

Indirizzo e-mail: *

Username: *

Password: *

Verifica Password: *

CON UNA SEMPLICE
REGISTRAZIONE





I DOCUMENTI TECNICI UNICMI DISPONIBILI DELLA COLLANA SICUREZZA STRADALE

UX79

Procedura per l'emissione del certificato di corretto montaggio e installazione dei dispositivi di sicurezza stradale

UX99

Barriere antirumore per applicazioni stradali

PROCEDURE OPERATIVE IN FASE DI PREQUALIFICA, CONTROLLO IN PRODUZIONE E COLLAUDO

UX128

LINEA GUIDA
per la validazione del corretto funzionamento delle barriere di sicurezza installate su cordolo in calcestruzzo armato

UX114

Linea guida per la validazione del corretto funzionamento delle barriere di sicurezza installate sul bordo dei rilevati stradali

UX116

Dispositivi di ancoraggio ausiliario per i paletti delle barriere di sicurezza nelle applicazioni su rilevato

UX86

Marcatura CE delle barriere antirumore per infrastrutture stradali

Linee guida e raccomandazioni

UX131

Metodologia per la gestione delle barriere paramassi a rete esistenti attraverso l'individuazione di classi di attenzione in funzione del rischio

SICUREZZA STRADALE



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Relatore

Ing. Giorgio Belperio – IMEVA SpA, 0284-481228
g.belperio@imeva.it

